

P24817.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Kenzo YAMANAKA et al.

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : OPTICAL SYSTEM OF OPTICAL PICK-UP

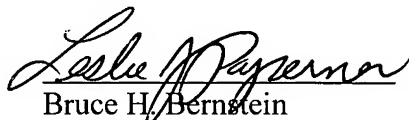
**CLAIM OF PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2003-122035, filed April 25, 2003. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,  
Kenzo YAMANAKA et al.

 Reg. No. 33,329  
Bruce H. Bernstein  
Reg. No. 29,027

April 21, 2004  
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.  
1950 Roland Clarke Place  
Reston, VA 20191  
(703) 716-1191



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    4 月 2 5 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 1 2 2 0 3 5  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 1 2 2 0 3 5 ]

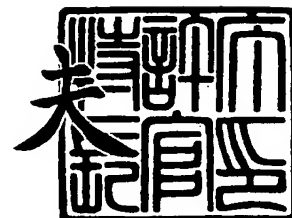
出      願      人                      ペンタックス株式会社  
Applicant(s):



2 0 0 4 年    1 月    9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 1 1 0 0 5 1



【書類名】 特許願

【整理番号】 PX03P016

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 7/135  
G02B 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

【氏名】 山中 健三

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

【氏名】 丸山 晃一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

【氏名】 竹内 修一

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

【氏名又は名称】 ペンタックス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078880

【住所又は居所】 東京都多摩市鶴牧 1 丁目 2 4 番 1 号 新都市センタービル 5 F

【弁理士】

【氏名又は名称】 松岡 修平

【電話番号】 042-372-7761

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 023205

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0206877

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ディスク用光学系および光ディスク用対物レンズ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも二種類の波長の光束を用いて少なくとも二種類の光ディスクに対する情報記録再生が可能な光ディスク用光学系であって、

光源部と、

前記光源部から照射された異なる波長の光束をそれぞれ対応する光ディスクの記録面に結像させる対物レンズと、

前記光ディスクに記録された情報の再生に使用する主ビームの戻り光を受光する主受光部と、主受光部近傍に配設された副受光部とを有する受光部と、

前記光源部と前記光ディスクとの間に配設され、少なくとも二種類の前記光ディスクに対して記録再生の互換性を満足させるための光学面を備えた光学素子と、を有し、

前記光学素子は、比較的記録密度が低い第一の光ディスクに対する情報記録再生時に必要な NA を確保するための内側領域と、該内側領域の外側にあり、第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い第二の光ディスクに対する情報記録再生時に必要な NA を確保するための外側領域と、前記外側領域のうち前記内側領域と外側領域の境界近傍に位置する中間領域と、を有し、

前記中間領域は、前記第一の光ディスクに対する情報記録再生に適した第一の波長の第一光束に対する透過率が前記内側領域の透過率よりも低く設定され、

前記第一の光ディスクの記録再生時に該光ディスクが微小量傾いた際に、前記記録面からの戻り光のうち前記中間領域に入射した光束の強度は、前記副受光部付近において該副受光部の光量検出の妨げとならない程度に低くなっていることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項 2】 前記中間領域における、前記第一の光ディスク以外の光ディスクに対する情報記録再生に適した波長の光束に対する透過率は、前記内側領域および前記外側領域と略同様に設定されることを特徴とする請求項 1 に記載の光ディスク用光学系。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の光ディスク用光学系におい

て、

前記中間領域の前記第一光束に対する透過率は、前記内側領域の透過率の約半分以下に設定されることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項 4】 少なくとも二種類の波長の光束を用いて少なくとも二種類の光ディスクに対する情報記録再生が可能な光ディスク用光学系であって、

光源部と、

前記光源部から照射された異なる波長の光束をそれぞれ対応する光ディスクの記録面に結像させる対物レンズと、

前記光ディスクに記録された情報の再生に使用する主ビームの戻り光を受光する主受光部と、主受光部近傍に配設された副受光部とを有する受光部と、

前記光源部と前記光ディスクとの間に配設され、少なくとも二種類の前記光ディスクに対して記録再生の互換性を満足させるための光学面を備えた光学素子と、を有し、

前記光学素子は、比較的記録密度が低い第一の光ディスクに対する情報記録再生時に必要な NA を確保するための内側領域と、該内側領域の外側にあり、第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い第二の光ディスクに対する情報記録再生時に必要な NA を確保するための外側領域と、前記外側領域のうち前記内側領域と外側領域の境界近傍に位置する中間領域と、を有し、

前記中間領域は、入射光束に対して光路長差を与える複数の微小幅の輪帯から構成されており、

前記微小幅の輪帯間で与えられる光路長差の絶対値は、前記第一の光ディスクに対する記録再生に適した第一の波長を持つ第一光束に対してはほぼ波長の  $(N + 0.5)$  倍（但し、 $N$  は自然数）、に設定されており、

前記第一の光ディスクの記録再生時に光ディスクが微小量傾いた際、前記記録面からの戻り光のうち前記中間領域に入射した光束の強度は、前記副受光部付近において、該副受光部の光量検出の妨げとならない程度に低くなっていることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の光ディスク用光学系において、

$N$  は 5 以下であることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項 6】 請求項 4 または請求項 5 に記載の光ディスク用光学系において、

前記中間領域の微小幅の輪帯間で与えられる光路長差は、前記第一の光ディスク以外の光ディスクに対する情報記録再生に適した波長を持つ光束に対してほぼ波長の整数倍（ただし、0 を除く）であることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項 7】 請求項 4 から請求項 6 のいずれかに記載の光ディスク用光学系において、

前記中間領域の微小幅の輪帯は、輪帯間で符号の異なる光路長差を与える輪帯の繰り返しであることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の光ディスク用光学系において、

前記中間領域の微小幅の輪帯は、凹部よりも凸部の方が広く構成されることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項 9】 請求項 4 から請求項 8 のいずれかに記載の光ディスク用光学系において、

前記光学系の基準軸に直交する平面に前記微小幅の輪帯を射影した場合の各輪帯の幅が、0.005 mm 以上 0.020 mm 以下であることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項 10】 請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の光ディスク用光学系において、

前記光学系の基準軸に直交する平面に前記中間領域を射影した場合の該領域幅を  $W$  (mm)、前記第一の波長に対する前記対物レンズの焦点距離を  $f$  (mm)、前記第一の光ディスクの記録再生時の対物レンズの使用倍率を  $M$ 、前記内側領域の径を  $\phi_1$  (mm)、前記内側領域に入射した光束の対物レンズの光源側の面での光束径を  $\phi_2$  (mm) としたとき、以下の条件 (1)、

$$0.0035 < \{W \cdot (\phi_2 / \phi_1)\} / \{(1-M) \cdot f\} < 0.0350 \quad \dots$$

(1)

を満たすことを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項 11】 請求項 1 から請求項 10 のいずれかに記載の光ディスク用

光学系において、

前記光学素子は、前記光学面を備えた対物レンズであることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項 1 2】 請求項 1 または請求項 1 1 に記載の光ディスク用光学系において、

前記中間領域は、前記内側領域に隣接していることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項 1 3】 請求項 1 または請求項 1 1 に記載の光ディスク用光学系において、

前記中間領域は、前記内側領域に隣接していないことを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項 1 4】 少なくとも二種類の波長の光束を用いて少なくとも二種類の光ディスクに対する情報記録再生が可能な光ディスク用光学系に用いられる対物レンズであって、

少なくとも一面に、比較的記録密度が低い第一の光ディスクに対する情報記録再生時に必要な NA を確保するための内側領域と、

該内側領域の外側にあり、前記第一の光ディスク以外の、第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い光ディスクに対する情報記録再生時に必要な NA を確保するための外側領域と、

前記外側領域のうち、前記内側領域と外側領域の境界近傍に位置する中間領域と、を有し、

前記中間領域における、第一の光ディスクに対する情報記録再生に適した第一の波長の第一光束に対する透過率を、前記内側領域の透過率よりも低く設定することにより、前記第一の光ディスクの記録再生時に光ディスクが微量傾いた際、前記対物レンズの内側領域を透過して記録面から戻ってきた光束のうち、前記内側領域の外側にずれて中間領域に入射した光束のほとんどを遮光することを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 1 5】 前記中間領域における、前記第一の光ディスク以外の光ディスクに対する情報記録再生に適した波長の光束に対する透過率は、前記内側領



域および前記外側領域と略同様に設定されていることを特徴とする請求項 14 に記載の光ディスク用対物レンズ。

【請求項 16】 請求項 14 または請求項 15 に記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記中間領域の前記第一光束に対する透過率は、前記内側領域の透過率の約半分以下に設定されることを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 17】 少なくとも二種類の波長の光束を用いて少なくとも二種類の光ディスクに対する情報記録再生が可能な光ディスク用光学系に用いられる対物レンズであって、

少なくとも一面に、比較的記録密度が低い第一の光ディスクに対する情報記録再生時に必要な NA を確保するための内側領域と、

該内側領域の外側にあり、前記第一の光ディスク以外の、第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い光ディスクに対する情報記録再生時に必要な NA を確保するための外側領域と、

前記外側領域のうち前記内側領域と外側領域の境界近傍に位置する中間領域とを有し、

前記中間領域は、入射光束に対して光路長差を与える複数の微小幅の輪帯から構成されており、

前記微小幅の輪帯間で与えられる光路長差の絶対値は、前記第一の光ディスクに対する記録再生に適した第一の波長を持つ第一光束に対してはほぼ波長の  $(N + 0.5)$  倍（但し、 $N$  は自然数）、に設定されており、

前記第一の光ディスクの記録再生時に光ディスクが微小量傾いた際、前記対物レンズの内側領域を透過して記録面から戻ってきた光束のうち、前記内側領域の外側にずれて中間領域に入射した光束が大きく拡散することを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 18】 請求項 17 に記載の光ディスク用対物レンズにおいて、 $N$  は 5 以下であることを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 19】 請求項 17 または請求項 18 に記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記中間領域の微小幅の輪帯間で与えられる光路長差は、前記第一の光ディスク以外の光ディスクに対する情報記録再生に適した波長を持つ光束に対してほぼ波長の整数倍（ただし、0を除く）であることを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 20】 請求項 17 から請求項 19 のいずれかに記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記中間領域の微小幅の輪帯は、輪帯間で符号の異なる光路長差を与える輪帯の繰り返しであることを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 21】 請求項 20 に記載の光ディスク用対物レンズにおいて、  
前記中間領域の微小幅の輪帯は、凹部よりも凸部の方が広く構成されることを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 22】 請求項 17 から請求項 21 のいずれかに記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記対物レンズの光軸に直交する平面に前記微小幅の輪帯を射影した場合の各輪帯の幅が、0.005 mm 以上、0.020 mm 以下であることを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 23】 請求項 14 から請求項 22 のいずれかに記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記対物レンズの光軸に直交する平面に前記中間領域を射影した場合の幅を W (mm)、第一の波長に対する対物レンズの焦点距離を f (mm)、第一の光ディスクの記録再生時の対物レンズの使用倍率を M とすると、以下の条件 (2)、

$$0.0035 < W / \{ (1 - M) \cdot f \} < 0.0350 \quad \cdots (2)$$

を満たすことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 24】 請求項 14 から請求項 23 のいずれかに記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記中間領域は、前記内側領域に隣接していることを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 25】 請求項 14 から請求項 23 のいずれかに記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記中間領域は、前記内側領域に隣接していないことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、記録密度や保護層の厚みが異なる複数種類の光ディスクに対するデータの記録・再生を行う光ディスク装置に用いられる光学系および対物レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】

光ディスクには、記録密度や保護層の厚みが異なる複数の規格が存在する。例えば、CD（コンパクトディスク）よりもDVD（デジタルバーサタイルディスク）の記録密度は高く、保護層が薄い。そこで、規格が異なる光ディスクの切り替え時には、保護層の厚みによって変化してしまう球面収差を補正しつつ、情報の記録再生に使用する光の開口数（NA）を変化させて記録密度の違いに対応した有効光束径が得られるようにする必要がある。

【0003】

例えば、保護層厚が比較的薄く記録密度が高い光ディスクの記録／再生には、保護層厚が比較的厚く記録密度が低い光ディスク専用の光学系より高NAにしてビームスポットを絞る必要がある。スポット径は波長が短いほど小さくなるため、DVDを利用する光学系では、CD専用の光学系で用いられていた780～830nmより短い635～665nmの発振波長のレーザー光源を用いる。そのため近年、光情報記録再生装置には、波長の異なるレーザー光を発振可能な光源部を有する光ディスク用光学系が使用されている。

【0004】

保護層の厚みが異なる複数種類の光ディスクに対して、それぞれ良好な状態で各光ディスクの記録面位置にレーザー光を収束させる手段の一つとして、片側の一面に輪帯状の微細な段差を有する回折構造を設けた対物レンズを光ディスク用光学系に搭載する技術が実用化されている。該対物レンズとしては、例えば下記

の特許文献 1 に開示される

【0005】

【特許文献 1】

特開 2000-81566 号公報

【0006】

上記特許文献 1 に例示されるような対物レンズは、該回折構造によって発生する球面収差が入射光束の波長に依存して変化する特徴を利用して、規格の異なる光ディスクを使用した場合であっても、常に記録面上にレーザー光が良好な状態で収束するようにしている。

【0007】

該対物レンズの回折構造が設けられた面は、詳しくは光軸近傍に位置する内側領域と、該内側領域の外側にある外側領域とに分けられる。内側領域は、CD に対する情報記録再生用の光が該 CD の記録面において良好に結像し、かつ DVD に対する情報の記録再生用の光が該 DVD の記録面において良好に結像するような回折構造を備えている。外側領域は、CD に対する情報記録再生用の光をいわゆるフレア光として拡散させることにより、該 CD の記録面において形成されるスポットが過度に絞られるのを防ぎつつ、DVD に対する情報の記録再生用の光が該 DVD の記録面において良好に結像するような回折構造を備えている。

【0008】

上記のような構造により、CD に対する情報記録再生時は、光源から発振されたレーザー光のうち、内側領域を透過した光束のみが記録面上で結像する。従って、該記録面において比較的大径のスポットが形成される。また、DVD に対する情報記録再生時は、光源から発振されたレーザー光は、内側領域と外側領域のどちらを透過する光束も収束するため NA が大きくなる。従って、記録密度の高い DVD に対する情報の記録・再生に適した小径のスポットが形成される。

【0009】

ここで、CD に対する情報記録再生時における、スポット近傍に発生するフレア光は、記録面で反射して信号生成部によって検出されると、FE (Focus Error) 信号や TE (Tracking Error) 信号にノイズとして表れるおそれがある。そ

こで、上記特許文献1のような構成をとりつつ少しでもFE信号等に表れるノイズのレベルを低減させようと、特許文献2をはじめとする種々の提案がなされている。

#### 【0010】

#### 【特許文献2】

特開 2002-333576 号公報

#### 【0011】

特許文献2は、CDに対する情報記録再生時、外側領域に入射したレーザー光が複数の次数の回折光に配分されるように該外側領域の回折構造を設計する。従って、不要光であるフレア光は広範囲に拡散され、CDの記録面においてスポット近傍に分布するフレア光のレベルは低減する。これにより上記各信号に発生するノイズが抑制される。

#### 【0012】

上記特許文献2のような構成の対物レンズは使用されるCDが所定位置に配置されている、つまり対物レンズの光軸に対してディスクの記録面が略直交するように配置されている場合には極めて高い効果を得ることができる。しかし、使用されるCDが傾いている場合、特許文献2のような構成の対物レンズの内側領域を透過してスポットを形成し、記録面で反射された強度の高い光の一部が、該対物レンズの外側領域に入射してしまう。外側領域の広い範囲に対して光が入射するならば、往路、すなわち光源から出射され対物レンズを通過してディスクに向かった光が回折構造の作用により大きく拡散されたのと同様に、復路、すなわちディスクで反射され対物レンズを通過して受光部へと戻っていく光束も当然回折作用を受け大きく拡散される。しかし、CDが微小量（1°以下程度）傾いた状況のように、外側領域のうち内側領域近傍の一部分にしか光が入射しない場合、そこに含まれる回折輪帯の数が少ないためほとんど回折作用を受けず、光束は大きく拡がらないまま本来入射すべきでない受光部にいわゆる不要光として入射してしまう。該不要光により、FE信号やTE信号、特に3ビーム法など複数のビームにより生成されるTE信号にノイズが発生してしまう。そのため、上記の各特許文献の構成や特徴を活かしつつも、光ディスクの傾きに起因して発生する不要光

を有効に抑えるような改善が要望されている。

### 【0 0 1 3】

#### 【発明が解決しようとする課題】

そこで本発明は上記の事情に鑑み、記録密度の異なる複数種類の光ディスクに対する情報の記録再生を実現する光ディスク用光学系および対物レンズであって、特に比較的記録密度の低い光ディスクに対する情報の記録再生において、該光ディスクが傾いた状況においても、複数のセンサーを利用して生成する T E 信号等のノイズの原因となる不要光を有効に抑えることができる光ディスク用光学系および対物レンズを提供することを目的とする。

### 【0 0 1 4】

#### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の光ディスク用光学系は、光源部と、光源部から照射された異なる波長の光束をそれぞれ対応する光ディスクの記録面に結像させる対物レンズと、光ディスクに記録された情報の再生に使用する主ビームの戻り光を受光する主受光部と、主受光部近傍に配設された副受光部とを有する受光部と、光源部と光ディスクとの間に、記録密度が異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して記録再生の互換性を満足させるための光学素子と、を有し、該光学素子は、比較的記録密度が低い第一の光ディスクに対する情報記録再生時に必要な N A を確保するための内側領域と、内側領域の外側にあり、第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い第二の光ディスクに対する情報記録再生時に必要な N A を確保するための外側領域と、外側領域のうち内側領域と外側領域の境界近傍に位置する中間領域とを有し、中間領域は、第一の光ディスクに対する情報記録再生に適した第一の波長の第一光束に対する透過率が低く設定され、第一の光ディスクの記録再生時に光ディスクが微小量傾いた際、記録面からの戻り光のうち、中間領域に入射した光束の強度は、副受光部付近において該副受光部の光量検出の妨げとならない程度に低くなっていることを特徴とする。

### 【0 0 1 5】

ここで、第一の光ディスクとは例えば C D や C D - R が該当する。また、第二の光ディスクとは例えば D V D が該当する。このように、複数種類の光ディスク

に対する互換性を持たせるために、例えば上記特許文献1あるいは特許文献2に記載の、回折作用を利用した対物レンズのような光学素子における外側領域のうち内側領域近傍の一部に上記のような中間領域を設けることにより、傾いたディスクの記録面でスポットを形成した強度の高い光の一部が外側領域を介して副受光部に入射し、TE信号生成時にノイズ発生原因となる不要光を低減することができる。

#### 【0016】

請求項2に記載の発明によれば、中間領域における、上記の第一の光ディスク以外の光ディスクに対応する波長の光束に対する透過率を、内側領域あるいは外側領域と略同じに設定することにより、第一の光ディスク以外の光ディスクを利用する際には高い光利用効率を確保することができる。

#### 【0017】

また、請求項3に記載の発明によれば、中間領域の第一光束に対する透過率は、内側領域の透過率の約半分以下に設定されることが好ましい。

#### 【0018】

また、本発明の光ディスク用光学系の別の例は、中間領域が、入射光束に対して光路長差を与える複数の微小幅の輪帯、すなわち、同心円状に区分され光軸方向に段差を持つ複数の領域からなる構造により構成されており、微小幅の輪帯間で与えられる光路長差の絶対値は、第一の光ディスクに対する記録再生に適した第一の波長を持つ第一光束に対してはほぼ波長の $(N + 0.5)$ 倍（但し、 $N$ は自然数）、であるように構成される。これにより、中間領域の各輪帯を通過した光は回折作用により拡散し、第一の光ディスクの記録再生時に光ディスクが微量傾いた際、記録面からの戻り光のうち中間領域に入射した光束の強度を副受光部付近において、該副受光部の光量検出の妨げとならない程度に低くすることができる（請求項4）。

#### 【0019】

ここで、上記 $N$ の最適な値は、第一の波長と、それ以外のディスクに対応する光の波長、および素子の屈折率の波長分散により変化する。例えば、第一の光ディスクに対する情報の記録再生に使用する第一の光束の波長（第一の波長）とし

て 780 nm、第二の光ディスクに対する情報の記録再生に使用する第二の光束の波長（第二の波長）として 660 nm を想定し、光路長差を 1170 nm（ここでは便宜上、屈折率の波長分散を無視する）とする。この光路長差は、第一の光束にとっては 1.5 波長分（すなわち  $N=1$ ）となり、大きく拡散する。一方、第二の光束にとっては 1.77 波長分となり、2 に比較的近いが十分近いとは言えない。そのため、第二の光束はある程度は回折作用の影響を受けずに透過するが、一部は拡散するため光利用効率の低下が起きる。

#### 【0020】

上記の光路長差を 1950 nm に設定すると、第一の光束にとっては 2.5 波長分（ $N=2$ ）となり、大きく拡散する。また、第二の光束にとっては 2.95 波長分、つまり波長の整数倍に略等しくなる。そのため、回折作用の影響による拡散はほとんど発生せずに透過する。すなわち、この例によれば、 $N=2$  とすることで、第一の光束を大きく拡散させて副受光部に不要光が戻るのを防ぎつつ、第二の光束はほぼ全て利用できることがわかる。

#### 【0021】

ただし、付加する光路長差が大きくなればなるほど、輪帯間の段差が大きくなるため、精度良く製造するのが困難になる。そのため、 $N=5$  以下の範囲で選択するのが適当である（請求項 5）。

#### 【0022】

なお、 $N=1$  を選択すると、中間領域に形成される段差はかなり小さくすることができる。つまり、光学系を比較的容易に製造することができて、かつ第一の光束を拡散させる対物レンズが提供される。

#### 【0023】

請求項 6 に記載の発明によれば、上記光学素子を使用することにより、第一の光ディスク以外の光ディスクに対応する波長の光束に対して、中間領域の微小幅の輪帯間で付与される光路長差は、略波長の整数倍（ただし、0 を除く）となる。そのため、中間領域の各輪帯を通過した光同士の干渉作用による拡散は生じず、第一の光ディスク以外の光ディスクを利用する際には高い光利用効率を確保できる。



## 【0024】

請求項7に記載の発明によれば、中間領域の構造は、符合の異なる光路長差を与える輪帯が繰り返し形成されていることが望ましい。

## 【0025】

請求項8に記載の発明によれば、中間領域が符合の異なる光路長差を与える輪帯の繰り返しにより構成されている場合、各輪帯の幅は凹部よりも凸部の方が広く構成されていることが望ましい。

## 【0026】

請求項9に記載の発明によれば、中間領域に形成された微小幅の輪帯の幅は、光学系の基準軸に直交する平面に射影した場合において、0.005mm以上0.020mm以下であることが望ましい。幅が狭すぎると、輪帯が精度良く形成できず、幅が広すぎると、輪帯間の干渉作用が適切に起こるのに必要な複数の輪帯に光が入射せず、発明の効果が十分得られない。

## 【0027】

請求項10に記載の発明によれば、光学系の基準軸に直交する平面に射影した中間領域全体の幅をW (mm)、第一の波長に対する対物レンズの焦点距離をf (mm)、第一の光ディスクの記録再生時の対物レンズの使用倍率をM、内側領域の径を $\phi 1$  (mm)、内側領域に入射した光束の対物レンズの光源側の面での光束径を $\phi 2$  (mm)としたとき、以下の条件(1)、

$$0.0035 < \{W \cdot (\phi 2 / \phi 1)\} / \{(1-M) \cdot f\} < 0.0350 \dots (1)$$

を満たすことが望ましい。

## 【0028】

条件(1)において、下限を下回ると、ディスクが傾いたときに不要光が副受光部に入射しないように抑制する効果が小さくなりすぎ、実効性に乏しい。また上限を上回ると、第二の光ディスク等の第一の光ディスク以外の光ディスクを使用する場合に特性が劣化する。

## 【0029】

請求項11に記載の発明によれば、互換性を満足させるための光学面を備えた

光学素子是对物レンズであっても良い。これにより、付加的な素子が不要となり、光学系を単純化することができる。

#### 【0030】

請求項12に記載の発明によれば、中間領域は内側領域に隣接していても良い。また、請求項13に記載の発明のように、中間領域は内側領域に隣接していなくても良い。これらは、中間領域がなかった場合に不要光の発生する場所と、副受光部の配置とにより適宜選択することができる。

#### 【0031】

請求項14に記載の光ディスク用対物レンズは、少なくとも一面に、比較的記録密度が低い第一の光ディスクに対する情報記録再生時に必要なNAを確保するための内側領域と、内側領域の外側にあり、第一の光ディスク以外の、第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い光ディスクに対する情報記録再生時に必要なNAを確保するための外側領域と、外側領域のうち内側領域と外側領域の境界近傍に位置する中間領域とを有し、中間領域における、第一の光ディスクに対する情報記録再生に適した第一の波長の第一光束に対する透過率を、内側領域の透過率よりも低く設定することにより、第一の光ディスクの記録再生時に光ディスクが微小量傾いた際に、対物レンズの内側領域を透過して記録面から戻ってきた光束のうち、内側領域の外側にずれて中間領域に入射した光束がほとんど透過しないように構成されることを特徴とする。

#### 【0032】

請求項15に記載の発明によれば、中間領域の、第一の光ディスク以外の光ディスクに対応する波長の光束に対する透過率は、内側領域あるいは外側領域とほぼ同じなので、第一の光ディスク以外の光ディスクを利用する際には高い光利用効率を確保できる。

#### 【0033】

上記のように構成された光ディスク用対物レンズは、対物レンズの光軸に直交する平面に射影した中間領域全体の幅を $W$  (mm)、第一の波長に対する対物レンズの焦点距離を $f$  (mm)、第一の光ディスクの記録再生時の対物レンズの使用倍率を $M$ とすると、以下の条件(2)、

$$0.0035 < W / \{ (1-M) \cdot f \} < 0.0350 \quad \cdots (2)$$

を満たすことが望ましい（請求項23）。

#### 【0034】

条件（2）において、下限を下回ると、ディスクが傾いたときに不要光が副受光部に入射しないように抑制する効果が小さくなりすぎ実効性に乏しい。上限を上回ると、第二の光ディスク等の第一の光ディスク以外の光ディスクを使用する場合に特性が劣化する。

#### 【0035】

##### 【発明の実施の形態】

以下、この発明に係る光ディスク用対物レンズの実施形態を説明する。図1は、実施形態に係る光ディスク用対物レンズ10を備える光ピックアップ光学系100を表す図である。光ピックアップ光学系100は、保護層の厚みや記録密度が異なる二種類の光ディスク20A、20Bに対して互換性を有する。光ピックアップ光学系100は、光源30A、30B、ハーフミラー40、コリメートレンズ50、信号生成部60を有する。光学系の基準軸は、図中一点鎖線で表示されている。図の状態では、対物レンズの光軸は光学系の基準軸と一致しているが、トラッキング動作などにより対物レンズの光軸が光学系の基準軸から外れる状態もある。

#### 【0036】

光ディスク20A（20B）は、図示しないターンテーブル上に載置され回転駆動される。なお本明細書では、保護層が厚く記録密度が低い光ディスク（例えばCDやCD-R等）を第一の光ディスク20Aと記す。また、保護層が薄く記録密度が高い光ディスク（例えばDVD）を第二の光ディスク20Bと記す。

#### 【0037】

第一の光ディスク20Aに対して情報の記録・再生を行う際には、比較的大きな径のビームスポットを形成するために最適な、比較的波長の長いレーザー光（以下、第一のレーザー光という）が第一光源30Aから照射される。また、記録密度の高い第二の光ディスク20Bに対して記録・再生を行う際には、記録面上において小径のスポットを形成するために最適な、第一のレーザー光よりも波長

の短いレーザー光（以下、第二のレーザー光という）が第二光源 30B から照射される。なお、本明細書において、第一のレーザー光が有する波長を第一の波長、第二のレーザー光が有する波長を第二の波長という。

#### 【0038】

まず、ターンテーブル上に載置された光ディスクが傾いていない場合、つまり対物レンズ 10 の光軸に略直交する面内に記録面が位置する場合の、該光ディスクに対する情報の記録再生について概説する。

#### 【0039】

ターンテーブル上に載置された光ディスクに対応する光源から発振されたレーザー光は、ハーフミラー 40 によって偏向され、コリメートレンズ 50 に入射する。コリメートレンズ 50 によって平行光束に変換されたレーザー光は、対物レンズ 10 に入射する。なお、図 1 中、第一のレーザー光の光路を破線で示し、第二のレーザー光の光路を実線で表す。

#### 【0040】

対物レンズ 10 は、光源側から順に第一面 10a と第二面 10b を有する。対物レンズ 10 は、図 1 に示すように両面 10a、10b とともに非球面である両凸のプラスチック製単レンズである。上述した通り、第一の光ディスク 20A と第二の光ディスク 20B では、保護層の厚さが異なる。このため、情報の記録再生に使用される光ディスクによって球面収差が変化する。そこで、本実施形態においては、対物レンズ 10 の少なくとも一方の面（本実施形態では面 10a）に光軸を中心とした複数の微細な段差を有する輪帯状の回折構造を設ける。

#### 【0041】

図 2 は、対物レンズ 10 の光軸 AX を含む面での断面形状の第一面 10a 近傍の拡大図である。対物レンズ 10 における第一面 10a は、以下のように形成される。第一面 10a は、光軸の周囲に位置する内側領域 11 と、内側領域 11 よりも外周側に位置する外側領域 12 とを有する。そして、外側領域 12 は、内側領域と外側領域の境界近傍に位置する中間領域 13 を有する。上記のとおり、各領域 11～13 は、複数の微細な輪帯状の段差を有している。そして、各輪帯状の段差は、面 10a の内側から外側に向かって、換言すれば光軸 AX から離れる

につれて、レンズの厚みが増すように形成される。該回折構造の作用により、保護層によって発生する球面収差を打ち消して、どちらのディスクを使用した場合であっても記録面に良好なスポットが形成されるようにしている。

#### 【0042】

図2に模式的に示すように、面10aの内側領域11は、第一の光ディスク20Aに対する情報記録再生時に必要とされるNAに対応し、ブレース化された回折構造になっている。なお、ブレース化波長は、目的に合わせて適切に選定すれば良い。本実施形態では、第一、第二双方の光ディスクに対して比較的高い光利用効率が得られるように、第一のレーザー光と第二のレーザー光の中間的な波長をブレース化波長に設定する。従って、内側領域11を透過した第一のレーザー光、第二のレーザー光のいずれも収束し、光ディスクの記録面においてスポットの形成に寄与する。

#### 【0043】

面10aの外側領域12は、複数の輪帯状の段差部（輪帯段差）によって形成される複数の輪帯（C1、C2、C3、…）を有する回折構造になっている。すなわち、外側領域12は、個別の非球面係数によって規定される複数の面C1～Cn（nは自然数）の集合である。該回折構造は、第一のレーザー光が拡散して第一の光ディスク20Aの記録面においてスポットの形成に寄与せず、かつ第二のレーザー光が第二の光ディスク20Bの記録面において良好に結像するように設計される。具体的には、外側領域12は、該領域12を透過した第二のレーザー光の波面が、内側領域11を透過した第二のレーザー光の波面と略連続するように構成される。

#### 【0044】

上記構成の対物レンズ10を透過した第一のレーザー光は、内側領域11を透過した成分のみが第一の光ディスク20Aの記録面に良好に結像する。これにより該記録面には、第一の光ディスク20Aに対する情報記録再生に好適な、比較的大径のスポットが形成される。なお、該スポットの周囲には、外側領域12を透過することにより拡散状態にある第一のレーザー光がフレア光として表れる。

#### 【0045】

また対物レンズ10を透過する第二のレーザー光は、高NAとなって、第二の光ディスク20Bの記録面上において小径のスポットを形成する。

#### 【0046】

該記録面で反射した第一のレーザー光は、対物レンズ10、コリメートレンズ50、ハーフミラー40の順に透過して、信号生成部60の第一受光部60Aに入射する。図3は、信号生成部60の第一受光部60Aおよび該受光部60Aに入射した光のスポットダイアグラムを表す模式図である。第一受光部60Aは、中央に配設されるメインセンサ（主受光部）61と、該メインセンサ61の両側に配設される二つのサブセンサ（副受光部）62、63を有する。

#### 【0047】

図3に示すように、第一のレーザー光のうち、対物レンズ10の内側領域11を介して記録面で収束しスポットを形成した強度の高い光は、再び内側領域11を透過してメインセンサ61に入射する。また、第一のレーザー光のうち、対物レンズ10の外側領域12を介して記録面で拡散した光（フレア光）は、内側領域11、および外側領域12を透過して各サブセンサ62、63に入射する。図3中、メインセンサ61内にある点の集合が上記強度の高い光を示し、該点の集合の周囲に散在する無数の点がフレア光に対応する光を示す。第一受光部60Aは、ディスクの記録情報に応じて変調された光をメインセンサ61で受光して情報の読み取りを行い、かつ非点収差法によってFE信号を生成する。なお対物レンズ10に入射する光は、図示しないが、一部分割されて二本のサブビームとなり、記録面で収束する。各サブビームは、再び対物レンズを透過し、各サブセンサ62、63に入射する。各サブセンサ62、63は、各サブビームを受光し、メインセンサ61は、上述の通り強度の高い光を受光する。各サブセンサ62～63で受光された光に基づき3ビーム法によってTE信号が生成される。

#### 【0048】

なお、第二のレーザー光は、信号生成部60の第二受光部60Bに入射する。第二受光部60Bは、従来ある手法（プッシュプル法など）を用いてTE信号をはじめとする種々の信号を生成する。

#### 【0049】

ここで、対物レンズ 10 の光軸に対して第一の光ディスク 20 A が傾いている場合、記録面で反射した上記強度の高い光の一部が外側領域 12 を透過して、本来メインセンサ 61 に入射すべき光束の一部が、各サブセンサ 62、63 によって受光されてしまうおそれがある。これにより、TE 信号にノイズが発生し、高精度でのトラッキング制御ができないという不都合がおこる。

### 【0050】

上記不都合を解消すべく、対物レンズ 10 は、面 10 a に、内側領域 11 と外側領域 12 の間に所定の波長選択性を持つように構成された複数の輪帯 (S1、S2、S3、...) を有する中間領域 13 を持つ。図 2 には便宜上 3 つの輪帯 S1 ~ S3 を有する中間領域 13 が示されているが、該輪帯の数は 3 つに限定されるものではない。詳しくは、中間領域 13 は、内側領域 11 の最も外周側の辺 (以下、最周辺という) 11 a と、外側領域 12 の最も光軸よりの辺 12 a とによって規定される範囲に設けられる。中間領域 13 は、対物レンズ 10 の光軸に直交する面に射影された状態における幅を W (mm)、第一の波長に対する対物レンズの焦点距離を f (mm)、第一の光ディスクの記録再生時の対物レンズの使用倍率を M、内側領域の径を  $\phi_1$  (mm)、内側領域に入射した光束の対物レンズの光源側の面での光束径を  $\phi_2$  (mm) としたときに、以下の条件 (1)、

$$0.0035 < \{W \cdot (\phi_2 / \phi_1)\} / \{(1-M) \cdot f\} < 0.0350 \quad \dots (1)$$

を満足するように構成されている。互換性を満足させるための光学面が、対物レンズの光源側の面に設けられている場合  $\phi_2 = \phi_1$  であるため、条件 (1) は、以下の条件 (2)、

$$0.0035 < W / \{(1-M) \cdot f\} < 0.0350 \quad \dots (2)$$

に書き換えることができる。これらの式の上限を超えると、中間領域の幅が広くなりすぎ、第二のディスクを利用する際の特性、例えば光源の波長ずれに対する特性などに悪影響が出る。一方、下限を下回ると、中間領域の幅が狭くなりすぎ、TE 信号のノイズを抑制する効果が十分に得られない。

### 【0051】

波長選択性とは、入射するレーザー光の波長に応じて異なる特性を持つことを

いう。中間領域 13 は、第一の波長をもつ第一のレーザー光に対して干渉作用により光を拡散させる効果をもち、かつ第二の波長を持つ第二のレーザー光に対しては干渉作用により光を拡散させるような効果をほとんどもたないような回折構造になっている。具体的には、中間領域 13 を構成する輪帯段差は、第一のレーザー光束に対して与える光路長差の絶対値が、第一の波長の約  $(N + 0.5)$  倍となるように設計される。但し、 $N$  は自然数である。該設計により、中間領域 13 に入射する第一のレーザー光束は大きく拡散され、強い強度の光がサブセンサ 62、63 に戻ることを防いでいる。これに対し、第二のレーザー光束に対して与える光路長差は、第二の波長の約整数倍に近いように設定されるため、中間領域 13 に入射した第二のレーザー光は、ほとんど拡散されずに該領域 13 を透過する。

#### 【0052】

なお、一般に、回折構造をもつレンズを射出成形する際、該回折構造と略対応する構造の金型が用いられる。該金型を使用すると、回折構造を持つ面を見たときにおける輪帯段差の凸面は、凹面よりも精確に成形されないといった製造上の問題がおこる。そこで本実施形態の対物レンズでは、凹面よりも凸面を広く設計することにより、製造時の誤差を低減させて中間領域 13 によって得られる効果を確保している。凹面に対して凸面をどの程度広く設計するかは、製造時の誤差量などによって任意に決定することができる。例えば、以下に示す各実施例では、凸面は凹面よりも約 20% 程広く構成されている。

#### 【0053】

次に上述した実施形態に基づく具体的な実施例を 2 例提示する。いずれの実施例も保護層の厚みが 1.2 mm の書き込み可能な第一の光ディスク 20A と、保護層の厚みが 0.6 mm の第二の光ディスク 20B との互換性を有する光ディスク用対物レンズ 10 に関するものである。

#### 【0054】

##### 【実施例 1】

実施例 1 の対物レンズ 10 の具体的な数値構成は表 1 に示される。また、実施例 1 の対物レンズ 10 を備える光ピックアップ光学系 100 の具体的な数値構成



は表 2 に示されている。

【0055】

【表 1】

	20A	20B
M	-0.0009	0.0000
f (mm)	3.02	3.00
設計波長(nm)	785	660
NA	0.53	0.65

【表 2】

面番号	r	d		n	ν	h	備考	
		20A	20B					
0		19.99					光源	
1	40.00000	2.00		1.492	57.4		コリメートレンズ50	
2	-13.60000	7.36	7.00					
3	1.87400	2.00	1.544	55.7	0～ 1.600	内側領域	対物レンズ10	
	～ 1.610				中間領域S1			
	～ 1.622				中間領域S2			
	～ 1.632				中間領域S3			
	～ 1.702				外側領域C1			
	～ 1.761				外側領域C2			
	～ 1.816				外側領域C3			
	～ 1.866				外側領域C4			
	～ 1.914				外側領域C5			
	～ 1.950				外側領域C6			
4	-7.53000	1.14	1.50				ディスク保護層	
5		1.20	0.60	1.585	29.9			
6		-	-				記録面	

【0056】

表 1 中、M および f はそれぞれ、対物レンズ 10 の倍率および焦点距離を表す。設計波長とは、第一の光ディスク 20A および第二の光ディスク 20B を記録・再生する際に最も適した波長のことである。つまり、実施例 1 において、第一の波長は 785 nm であり、第二の波長は 660 nm である。NA は対物レンズ 10 の像側の開口数である。

【0057】

また表 2 中、r はレンズ各面の曲率半径（単位：mm）、d はレンズ厚またはレンズ間隔（単位：mm）、n は d 線（588 nm）での屈折率、 $\nu$  は d 線でのアッペ数、h は光軸 AX からの高さ、備考は各面番号が示す光学部材を表す。以下の各表においても同様である。なお、d が各光ディスク使用時に異なるのは、

フォーカシングのために対物レンズ 10 が光軸方向に移動することにより、対物レンズ 10 からディスク表面までの距離（作動距離）が変化するためである。

【0058】

表 2 に示すように、実施例 1 の対物レンズ 10 の第一面 10 a（面番号 3）は、内側領域 11 および外側領域 12、そして各領域の間に位置する中間領域 13 からなる。外側領域 12 は、輪帯段差によって形成される 6 つの輪帯 C1～C6 を備える。中間領域 13 は、輪帯段差によって形成される 3 つの輪帯 S1～S3 を備える。

【0059】

表 2 中、コリメートレンズ 50 の各面（面番号 1、2）と、対物レンズ 10 の第一面 10 a および第二面 10 b は非球面である。該非球面の形状は光軸からの高さが  $h$  となる非球面上の座標点の非球面の光軸上での接平面からの距離（サグ量）を  $X(h)$ 、非球面の光軸上での曲率（ $1/r$ ）を  $C$ 、円錐係数を  $K$ 、4 次、6 次、8 次、10 次、12 次の非球面係数を  $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ 、 $A_{12}$  として、以下の式で表される。

【数 1】

$$X(h) = \frac{Ch^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1)C^2h^2}} + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10} + A_{12}h^{12}$$

【0060】

光ピックアップ光学系 100 における各非球面を規定する円錐係数と非球面係数は、表 3 に示される。

【0061】

【表 3】

	k	d_shift
コリメートレンズ50	0.0000	
	-0.5000	
内側領域	-0.6050	
遮蔽領域S1	-0.6050	-0.02210
遮蔽領域S2	-0.6050	-0.02431
遮蔽領域S3	-0.6050	-0.02210
外側領域C1	-0.6050	-0.02565
外側領域C2	-0.6050	-0.02931
外側領域C3	-0.6050	-0.03297
外側領域C4	-0.6050	-0.03664
外側領域C5	-0.6050	-0.04030
外側領域C6	-0.6050	-0.04396
第二面10b	0.0000	

	A4	A6	A8	A10	A12
コリメートレンズ50	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
	3.70000E-05	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
内側領域	-8.65100E-04	-3.68600E-04	-2.93600E-05	-1.55600E-05	-2.64200E-06
遮蔽領域S1	1.80754E-03	4.97362E-04	-1.61908E-04	3.75585E-05	-8.22877E-06
遮蔽領域S2	1.80677E-03	4.95531E-04	-1.61154E-04	3.74092E-05	-8.19538E-06
遮蔽領域S3	1.80754E-03	4.97362E-04	-1.61908E-04	3.75585E-05	-8.22877E-06
外側領域C1	2.32192E-03	3.05715E-04	-7.33631E-05	2.01569E-05	-6.92069E-06
外側領域C2	2.31800E-03	3.05000E-04	-7.31600E-05	2.01200E-05	-6.88100E-06
外側領域C3	2.31408E-03	3.04285E-04	-7.29569E-05	2.00831E-05	-6.84131E-06
外側領域C4	2.31015E-03	3.03569E-04	-7.27538E-05	2.00462E-05	-6.80162E-06
外側領域C5	2.30623E-03	3.02854E-04	-7.25508E-05	2.00092E-05	-6.76192E-06
外側領域C6	2.30231E-03	3.02138E-04	-7.23477E-05	1.99723E-05	-6.72223E-06
第二面10b	2.31800E-02	-7.77000E-03	1.58700E-03	-1.93700E-04	1.05400E-05

## 【0062】

表3に示すように、実施例1の対物レンズ10は、中間領域13を構成する3つの輪帯S1～S3および外側領域12を構成する6つの輪帯C1～C6がすべて異なる非球面形状になっている。表3中、d\_shiftは、面頂点のシフト量である。面頂点のシフト量とは、図2中、破線で示すように各面を延長して光軸AXと交わる点をそれぞれP1、P2、P3、…とし、これら各点と実際の第一面10aが光軸AXと交わる点P0との距離を意味する。なお、表3における表記Eは、10を基数、Eの右の数字を指数とする累乗を表している。以下に示す各表においても同様である。

## 【0063】

中間領域13と外側領域12の回折構造は、表2におけるhおよび表3におけるd\_shiftによって表される。内側領域11の回折構造は、以下の光路差関数 $\phi$ (h)により表される。

## 【数 2】

$$\phi(h) = (P_2 h^2 + P_4 h^4 + P_6 h^6 + \dots) \times m \times \lambda$$

## 【0064】

光路差関数  $\phi(h)$  は、回折レンズの機能を光軸からの高さ  $h$  での光路長付加量の形で表現したものである。  $P_2$ 、 $P_4$ 、 $P_6$ 、…はそれぞれ 2 次、4 次、6 次、…の係数である。該回折構造を規定する光路差関数係数  $P_2$ 、…は、表 4 に示される。  $m$  は利用する回折光の次数を表し、本実施例では  $m = 1$  としている。

## 【0065】

【表 4】

	光路差関数係数			
	P2	P4	P6	P8
内側領域11	0.000	-2.666	-0.344	0.000

## 【0066】

実施例 1 の対物レンズ 10 入射時に第一のレーザー光および第二のレーザー光が、内側領域 11、中間領域 13 における各輪帯 S1～S3、外側領域 12 における各輪帯 C1～C6 のそれぞれにおいて、一つ内側（光軸側）の輪帯に対して与えられる光路長差を表 5 に示す。

## 【0067】

【表 5】

	輪帯間の光路長差	
	20A	20B
内側領域11	-0.914	-1.095
中間領域S1	5.917	7.087
中間領域S2	-1.511	-1.810
中間領域S3	1.511	1.810
外側領域C1	-2.424	-2.903
外側領域C2	-2.505	-3.000
外側領域C3	-2.505	-3.000
外側領域C4	-2.505	-3.000
外側領域C5	-2.505	-3.000
外側領域C6	-2.505	-3.000

## 【0068】

表 5 に示すように、実施例 1 の対物レンズ 10 において、中間領域 13 の輪帯 S2 と輪帯 S3 は、第一のレーザー光に対して与える光路長差が第一の波長の約 1.5 倍（つまり、 $N = 1$ ）となるように設計されている。これにより、第一の

レーザー光に対して強い拡散効果が得られる。なお、光路長差を第一の波長の約 1.5 倍にすると各輪帯の  $d_{\text{shift}}$  を小さく抑えることができる。これにより、各段差の成形が容易になる。

#### 【0069】

表 2 に示すように、中間領域の各輪帯の幅は、0.010 mm または 0.012 mm に設定されている。従って、光が入射する範囲が狭かったとしても、その光が複数の輪帯に分布することになるため、十分な干渉作用が得られる。また、互換性を満足させるための光学面は対物レンズの光源側の面に形成されている。中間領域の幅  $W = 0.032$  mm、第一の光ディスクに対する波長での焦点距離  $f = 3.02$  mm、第一の光ディスクに対する対物レンズの使用倍率  $M = -0.0009$  より、 $W / \{ (1 - m) \cdot f \} = 0.0106$  となり、(2) 式を満足する。

#### 【0070】

以上の構成の対物レンズ 10 を使用すれば、第一の光ディスク 20A が傾くことによって、記録面でスポットを形成した強度の高い光の一部が内側領域 11 を透過しなかった場合でも、その光は外側領域 12 ではなく中間領域 13 に入射するため、十分に拡散される。そのため、その光が不要光としてサブセンサ 62、63 に入射することがなくなり、TE 信号にノイズが発生するのを効果的に抑えることができる。

#### 【0071】

図 4 は、第一の光ディスク 20A の傾き角  $\theta$  と TE 信号のノイズのレベルとの関係を表すグラフである。横軸が傾き角  $\theta$  であり、縦軸が TE 信号のノイズレベルである。また、図 4 中、実線が実施例 1 の対物レンズ 10 使用時の関係を表し、破線が中間領域 13 を備えていない従来の対物レンズ使用時における関係を表す。後述の図 5 についても同様である。図 4 に示すように、実施例 1 の対物レンズ 10 を使用することにより、 $0^\circ < \theta < \text{約 } 0.5^\circ$  の範囲にある値をとる場合に、従来の対物レンズ使用時よりも TE 信号のノイズが良好に抑えられる。

#### 【0072】

なお表 5 に示すように、中間領域 13 は、第二のレーザー光に対しては第二の

波長の略整数倍の光路長差を与えている。従って、中間領域 13 に入射した第二のレーザー光は、大きく拡散されることなく該領域 13 を透過しスポットの形成に良好に寄与する。

【0073】

### 【実施例 2】

実施例 2 の対物レンズ 10 の具体的数値構成は表 6 に示される。また、実施例 2 の対物レンズ 10 を備える光ピックアップ光学系 100 の具体的な数値構成は表 7 に示される。

【0074】

【表 6】

	20A	20B
倍率	-0.0009	0.0000
f <sub>ob</sub> (mm)	2.52	2.50
設計波長(nm)	790	655
NA	0.48	0.60

【表 7】

面番号	r	d		n	ν	h	備考	
		20A	20B					
0		16.61					光源	
1	30.00000	2.00		1.492	57.4		コリメートレンズ50	
2	-11.80000	7.36	7.00					
3	1.55400 1.56412 1.56540 1.56412 1.56540 1.56412 1.56540 1.56412 1.56540 1.56668 1.56795 1.56923	1.40		1.544	55.7	0~ 1.200 ~ 1.209 ~ 1.220 ~ 1.229 ~ 1.240 ~ 1.249 ~ 1.260 ~ 1.269 ~ 1.326 ~ 1.390 ~ 1.445 ~ 1.500	対物レンズ10 内側領域 中間領域S1 中間領域S2 中間領域S3 中間領域S4 中間領域S5 中間領域S6 中間領域S7 外側領域C1 外側領域C2 外側領域C3 外側領域C4	
4	-6.94000	0.97	1.33					
5		1.20	0.60	1.585	29.9		ディスク保護層	
6		-	-				記録面	

【0075】

表 6 に示すように、実施例 2 において、第一の波長は 790 nm であり、第二の波長は 655 nm である。表 7 に示すように、実施例 2 の対物レンズ 10 の第一面 10a (面番号 3) も実施例 1 と同様に、内側領域 11 および外側領域 12

、そして各領域の間に位置する中間領域 13 からなる。外側領域 12 は、輪帯段差によって形成される 4 つの輪帯 C1～C4 を備える。中間領域 13 は、輪帯段差によって形成される 7 つの輪帯 S1～S7 を備える。

## 【0076】

実施例 2 の対物レンズ 10 も、実施例 1 と同様に、コリメートレンズ 50 の各面（面番号 1、2）と、対物レンズ 10 の第一面 10a および第二面 10b は非球面である。各非球面を規定する円錐係数と非球面係数は表 8 に示される。

## 【0077】

【表 8】

	k	d_shift
コリメートレンズ 50	0.0000	
	-0.5000	
内側領域	-0.5000	
遮蔽領域 S1	-0.5000	-0.01212
遮蔽領域 S2	-0.5000	-0.01575
遮蔽領域 S3	-0.5000	-0.01212
遮蔽領域 S4	-0.5000	-0.01575
遮蔽領域 S5	-0.5000	-0.01212
遮蔽領域 S6	-0.5000	-0.01575
遮蔽領域 S7	-0.5000	-0.01212
外側領域 C1	-0.5000	-0.01575
外側領域 C2	-0.5000	-0.01938
外側領域 C3	-0.5000	-0.02302
外側領域 C4	-0.5000	-0.02665
第二面 10b	0.0000	

	A4	A6	A8	A10	A12
コリメートレンズ 50	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
	7.00000E-05	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
内側領域	-4.89100E-03	-1.95300E-03	-1.25000E-04	-3.20000E-04	0.00000E+00
遮蔽領域 S1	1.44792E-03	-5.77865E-04	1.88178E-04	-3.08400E-04	-1.35738E-05
遮蔽領域 S2	1.44515E-03	-5.73951E-04	1.86233E-04	-3.05400E-04	-1.36223E-05
遮蔽領域 S3	1.44792E-03	-5.77865E-04	1.88178E-04	-3.08400E-04	-1.35738E-05
遮蔽領域 S4	1.44515E-03	-5.73951E-04	1.86233E-04	-3.05400E-04	-1.36223E-05
遮蔽領域 S5	1.44792E-03	-5.77865E-04	1.88178E-04	-3.08400E-04	-1.35738E-05
遮蔽領域 S6	1.44515E-03	-5.73951E-04	1.86233E-04	-3.05400E-04	-1.36223E-05
遮蔽領域 S7	1.44792E-03	-5.77865E-04	1.88178E-04	-3.08400E-04	-1.35738E-05
外側領域 C1	1.44515E-03	-5.73951E-04	1.86233E-04	-3.05400E-04	-1.36223E-05
外側領域 C2	1.44238E-03	-5.70037E-04	1.84288E-04	-3.02400E-04	-1.36708E-05
外側領域 C3	1.43962E-03	-5.66123E-04	1.82342E-04	-2.99400E-04	-1.37192E-05
外側領域 C4	1.43685E-03	-5.62209E-04	1.80397E-04	-2.96400E-04	-1.37677E-05
第二面 10b	3.35000E-02	-1.64000E-02	3.96000E-03	-4.13000E-04	0.00000E+00

## 【0078】

表 8 に示すように、実施例 2 の対物レンズ 10 は、中間領域 13 を構成する 7 つの輪帯 S1～S7 および外側領域 12 を構成する 4 つの輪帯 C1～C4 がすべ

て異なる非球面形状になっている。中間領域 13 と外側領域 12 の回折構造は、表 7 における  $h$  および表 8 における  $d\_shift$  によって表される。また内側領域 11 の回折構造を規定する光路差関数係数  $P_2$ 、…を表 9 に示す。

【0079】

【表 9】

	光路差関数係数			
	P2	P4	P6	P8
内側領域11	1.000	-5.090	-0.920	0.000

【0080】

実施例 2 の対物レンズ 10 入射時に第一のレーザー光および第二のレーザー光が、内側領域 11、中間領域 13 における各輪帯  $S_1 \sim S_7$ 、外側領域 12 における各輪帯  $C_1 \sim C_4$  のそれぞれにおいて、一つ内側（光軸側）の輪帯に対して与えられる光路長差を表 10 に示す。

【0081】

【表 10】

	輪帯間の光路長差	
	20A	20B
内側領域11	-0.907	-1.104
中間領域S1	2.665	3.245
中間領域S2	-2.464	-3.000
中間領域S3	2.464	3.000
中間領域S4	-2.464	-3.000
中間領域S5	2.464	3.000
中間領域S6	-2.464	-3.000
中間領域S7	2.464	3.000
外側領域C1	-2.464	-3.000
外側領域C2	-2.464	-3.000
外側領域C3	-2.464	-3.000
外側領域C4	-2.464	-3.000

【0082】

表 10 に示すように、実施例 2 の対物レンズ 10 では、中間領域 13 の輪帯は、第一のレーザー光に対して与える光路長差が第一の波長の約 2.5 倍（つまり、 $N=2$ ）となるように設計されている。これにより、第一のレーザー光に対して強い拡散効果が得られる。

【0083】

表 7 に示すように、中間領域の各輪帯の幅は、0.009 mm または 0.011



mmに設定されている。従って、光が入射する範囲が狭かったとしても、その光が複数の輪帯に分布することになるため、十分な干渉作用が得られる。

また、互換性を満足させるための光学面は対物レンズの光源側の面に形成されている。中間領域の幅 $W = 0.069\text{ mm}$ 、第一の光ディスクに対する波長での焦点距離 $f = 2.52\text{ mm}$ 、第一の光ディスクに対する対物レンズの使用倍率 $M = -0.0009$ より、 $W / \{ (1 - m) \cdot f \} = 0.0274$ となり、(2)式を満足する。

#### 【0084】

以上の構成の対物レンズ10を使用すれば、第一の光ディスク20Aが傾くことによって、記録面でスポットを形成した強度の高い光の一部が内側領域11を透過しなかった場合でも、その光は外側領域12ではなく中間領域13に入射するため、十分に拡散される。そのため、その光が不要光としてサブセンサ62、63に入射することがなくなり、TE信号にノイズが発生するのを効果的に抑えることができる。

#### 【0085】

図5は、第一の光ディスク20Aの傾き角 $\theta$ とTE信号のノイズのレベルとの関係を表すグラフである。図5に示すように、実施例2の対物レンズ10を使用することにより、従来の対物レンズ使用時よりもTE信号のノイズが良好に抑えられる。

#### 【0086】

なお表10に示すように、中間領域13は、第二のレーザー光に対しては第二の波長の略整数倍の光路長差を与えている。従って、中間領域13に入射した第二のレーザー光は、他の各領域11、12と略同一の回折作用を受けて拡散されることなく該領域13を透過しスポットの形成に良好に寄与する。

#### 【0087】

以上が本発明の実施例である。なお、上記の各実施例はあくまでも本発明に係る光ディスク用光学系の一例である。つまり本発明に係る光ディスク用光学系は、各実施例の具体的数値構成に限定されるものではない。例えば互換性を満足させるための光学面はコリメーターレンズ上であっても良いし、全く別個の素子を

追加しても良い。また、対物レンズに形成する場合でも、第一面 10 a ではなく、第二面 10 b であってもよい。

#### 【0088】

さらには、表 1 の設計開口数も例示である。つまり本発明に係る対物レンズは、書き込み可能な第一の光ディスク 20 A に必要な比較的高い NA (0.50 以上) を該ディスク 20 A に対する設計開口数とすることができる。同様に、本発明に係る対物レンズは、第二の光ディスク 20 B に必要な高い NA (0.62 以上) を該ディスク 20 B に対する設計開口数とすることができる。

#### 【0089】

また、上記実施形態の対物レンズは、中間領域に入射した第一のレーザー光を拡散させるための回折構造を設けているが、これ以外の構成であってもよい。例えば、上述したような所定の波長選択性を有する光学膜を中間領域にコーティングすることによっても略同様の効果を得ることができる。

#### 【0090】

##### 【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、記録密度が比較的低い光ディスクに必要な NA を確保するための内側領域と、記録密度が相対的に高い光ディスクに必要な NA を確保するための外側領域の間に所定の波長選択性を持つ領域を設けることにより、記録密度が比較的低い光ディスクが傾いていても、TE 信号等のノイズの原因となる不要光を有効に抑えることができる光ディスク用光学系および光ディスク用対物レンズを提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の実施形態の光ディスク用対物レンズを備える光ピックアップ光学系を表す図である。

##### 【図 2】

本発明の実施形態の光ディスク用対物レンズの光軸を含む面での断面形状の第一面近傍の拡大図である。

##### 【図 3】

信号生成部の第一受光部に入射した光のスポットダイアグラムである。

【図 4】

実施例 1 の対物レンズを使用した場合と従来の対物レンズを使用した場合における、第一の光ディスクの傾き角と TE 信号のノイズレベルとの関係を表す図である。

【図 5】

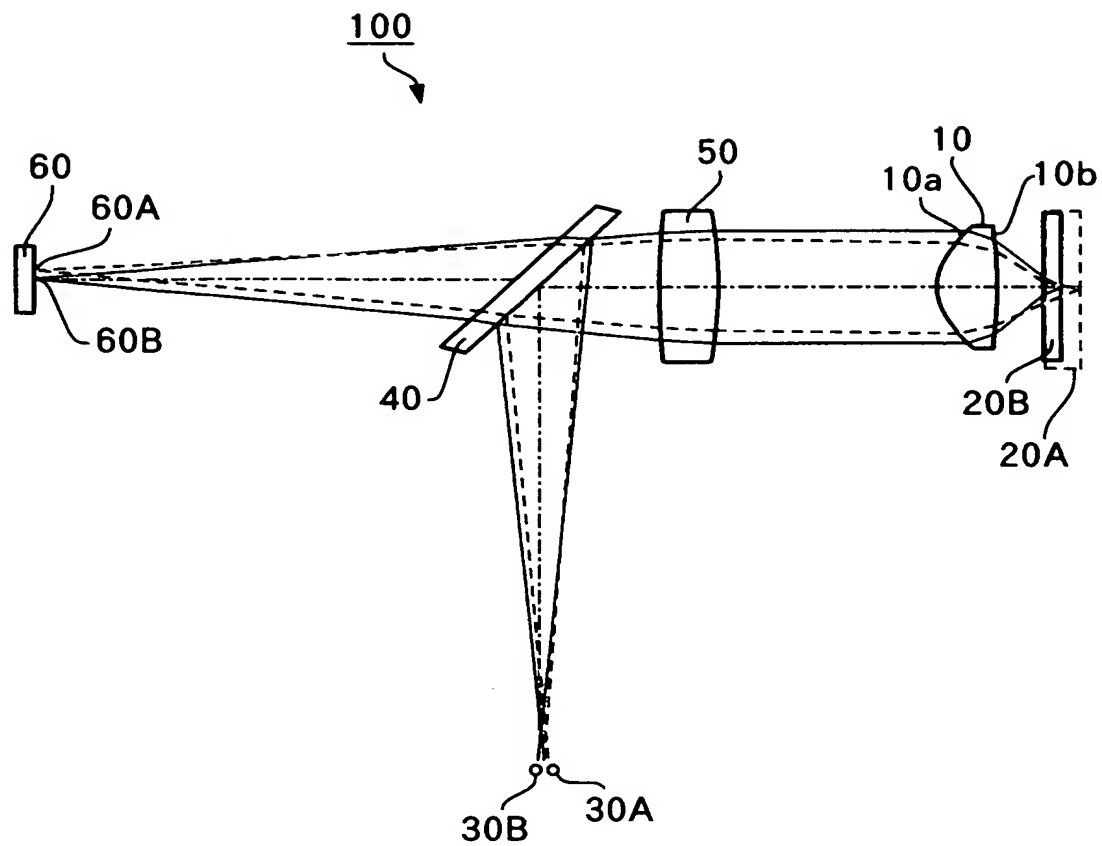
実施例 2 の対物レンズを使用した場合と従来の対物レンズを使用した場合における、第一の光ディスクの傾き角と TE 信号のノイズレベルとの関係を表す図である。

【符号の説明】

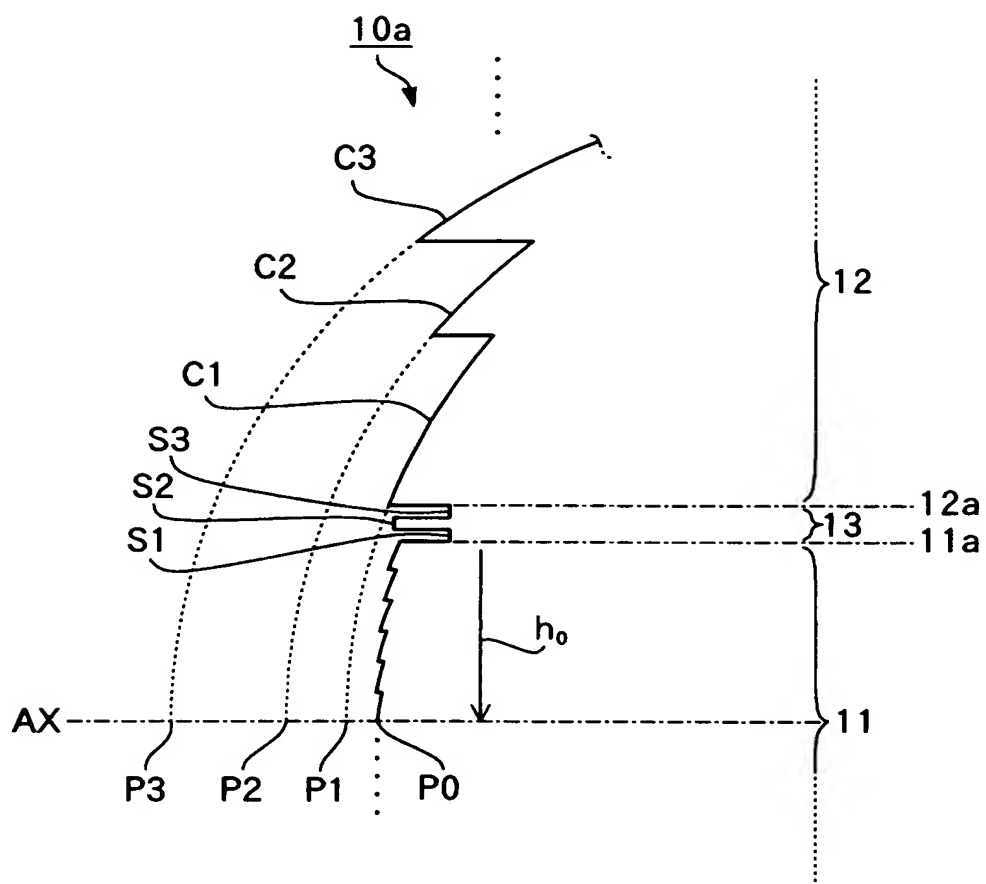
- 10 対物レンズ
- 11 内側領域
- 12 外側領域
- 13 中間領域
- 20A 第一の光ディスク
- 20B 第二の光ディスク

【書類名】 図面

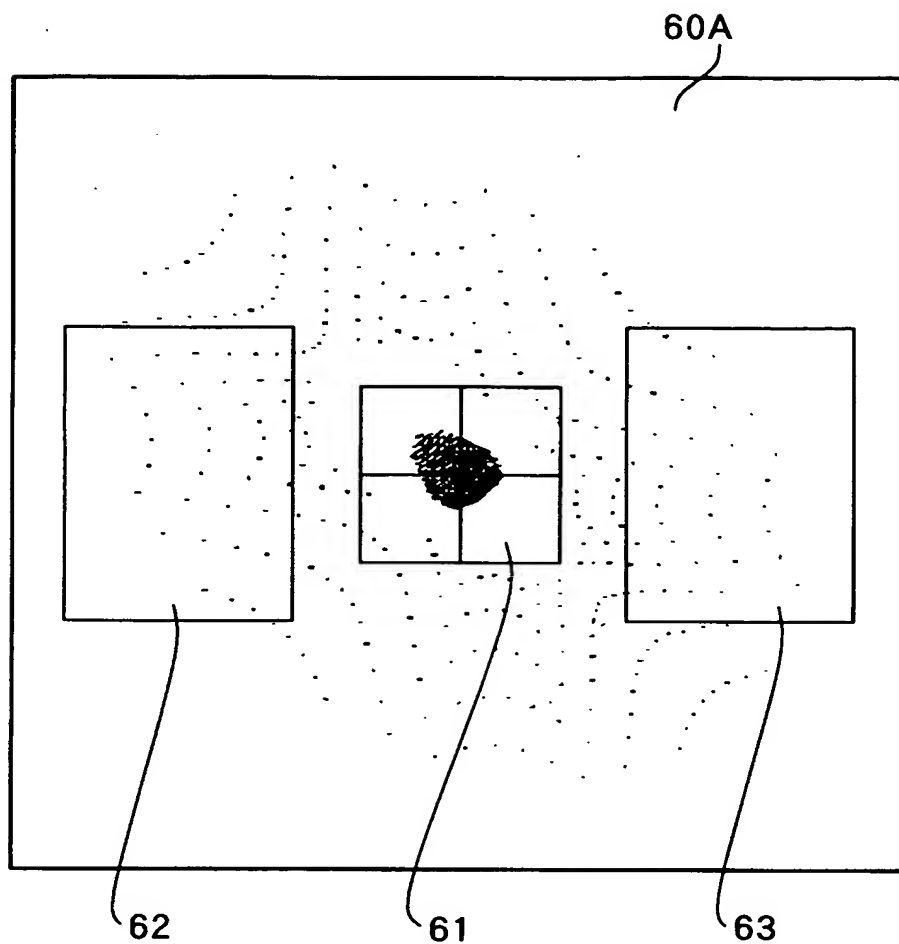
【図 1】



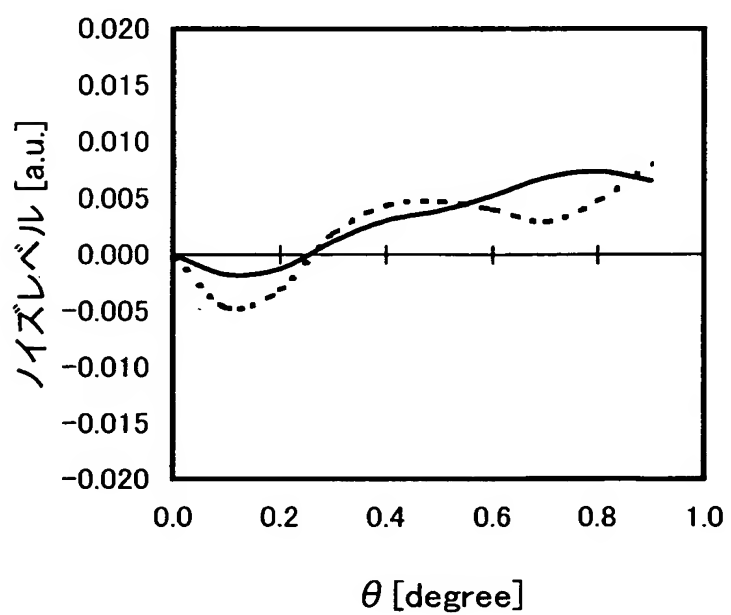
【図 2】



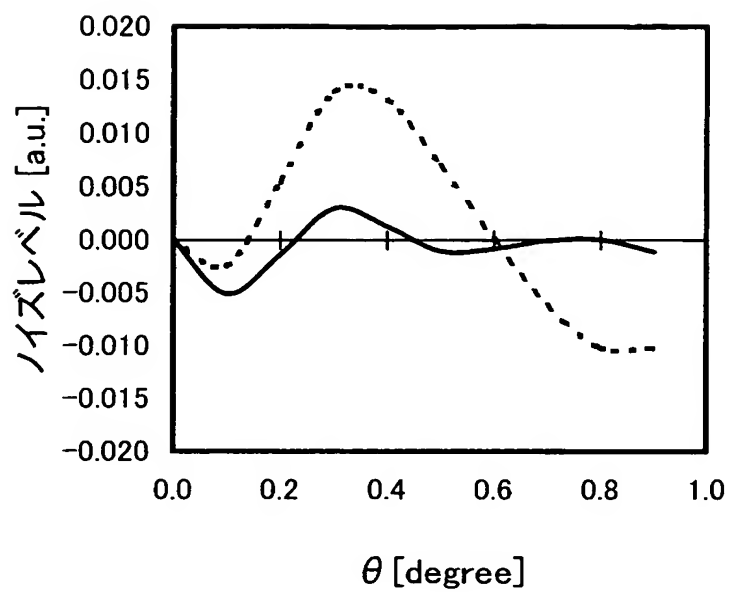
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数種類の光ディスクに対して互換性を持つ光ディスク用光学系であって、特に記録密度が比較的低い光ディスクに対する情報の記録再生において、該光ディスクが傾いていても、TE信号等のノイズの原因となる不要光を有効に抑えることができる光ディスク用光学系を提供すること。

【解決手段】 光ディスク用光学系は、第一の光ディスクに対する情報記録再生時に必要なNAを確保するための内側領域と、記録密度が相対的に高い第二の光ディスクに対する情報記録再生時に必要なNAを確保するための外側領域と、該2つの領域の間に位置し、第一の光ディスクに対応する第一光束に対する透過率は低く設定され、第二の光ディスクに対応する第二の波長を持つ第二光束に対する透過率は他の領域と略同様に設定される中間領域と、を有する光学素子を備える構成にした。

【選択図】 図2



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 2 2 0 3 5
受付番号	5 0 3 0 0 7 0 2 5 9 2
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0 0 9 7
作成日	平成 1 5 年 4 月 2 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 4月25日

次頁無

特願 2003-122035

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000000527]

1. 変更年月日

2002年10月 1日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

氏 名

ペンタックス株式会社